

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова
Кафедра експериментальної фізики



“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з науково-педагогічної роботи
О.В.Запорожченко
_____ 2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології та методи досліджень наноматеріалів
(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти перший (освітньо-професійний) рівень – бакалавр

Галузь знань 10 – природничі науки

(шифр і назва)

Спеціальність 105 – прикладна фізика та наноматеріали,

(шифр і назва)

Освітня програма прикладна фізика та наноматеріали,

Вид дисципліни обов'язкова

Факультет математики, фізики, та інформаційних технологій

(назва факультету)

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробник програми:

кандидат фізико-математичних наук, доцент Маслєєва Н.В.

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри експериментальної фізики Протокол №_1 від “31”серпня 2020 року

Завідувач кафедри

(підпис)

Сминтина В.А.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:

Протокол № 1 від “ 3 ” вересня _____ 2020 року

Голова НМК

(підпис)

Ніцук Ю.А.

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Технології та методи досліджень наноматеріалів» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (освітньо-професійного) рівня вищої освіти (бакалавр). Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальність: 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали». Освітньо-професійна програма: «Прикладна фізика та наноматеріали».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є:

- підготовка фахівців, які здатні розв'язувати спеціалізовані складні задачі і практичні проблеми, що пов'язані зі створенням та дослідженнями наноматеріалів і наноструктур, вивченням фізичних процесів і явищ у них та їх технічними застосуваннями;

- підготовка фахівців, здатних розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з нанофізики та нанотехнології у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що характеризуються комплексністю і невизначеністю умов та передбачають застосування певних теорій і методів нанофізики.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

формування у студентів матеріалістичного світогляду, вміння використовувати фізичні закони для пояснення явищ природи та формування наступних компетентностей.

Інтегральна компетентність - Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної фізики та наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії й характеризується комплексністю та невизначеністю умов

Загальні компетентності:

ЗК 1 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 3 - Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 6 - Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 7 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 9 - Здатність працювати автономно.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК 2 - Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їх результатів.

СК 3 - Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

СК 5 - Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

1.3. Кількість кредитів 3.

1.4. Загальна кількість годин 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Обов'язкова/ <u>за вибором</u>
Денна форма навчання
Рік підготовки
4-й, 8 семестр
Лекції
30 год.
Самостійна робота
54 год.

1.6. Заплановані результати навчання:

Згідно з освітньо-професійними програмами «Фізика та астрономія», «Прикладна фізика та наноматеріали» спеціальностей 104 – «Фізика та астрономія», 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали» студенти можуть досягти наступних результатів навчання:

- Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.
- Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.
- Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.
- Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики
- Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

4 рік, 8 семестр

Розділ 1. Отримання наноматеріалів

Тема 1. Методи отримання наноматеріалів. Загальні характеристики підходу зверху і підходу знизу. Особливості технологій механічного подрібнення. Сонохімічні реакції.

Тема 2. Високотемпературні методи отримання наноматеріалів. Методи вакуумного та газозфазного осадження. Молекулярно-променева епітаксія. Лазерна абляція. Метод метал-органічного газозфазного осадження.

Тема 3. Колоїдний метод. Сольвотермальний метод. Легування наночастинок в процесі вирощування.

Тема 4. Отримання наноструктур на об'ємних матеріалах. Електролітичне та неелектролітичне травлення.

Тема 5. Фулерени. Нанотрубки

Розділ 2. Методи дослідження наноматеріалів

Тема 6. Зондові методи досліджень. Загальні принципи скануючої зондової мікроскопії. Скануючий тунельний мікроскоп та його використання у нанотехнології. Скануючий атомно-силовий мікроскоп (АСМ). Нанолітографія на основі АСМ.

Тема 7. Електронний мікроскоп. Принцип дії. Застосування в дослідженнях нанооб'єктів.

Тема 8. Оптичні методи дослідження квантово-розмірного ефекту. Оптичне поглинання та відбивання. Комбінаційне розсіювання світла. Визначення розмірів наночастинок оптичними методами.

Тема 9. Люмінесцентні методи дослідження нанооб'єктів. Екситонна та довгохвильова люмінесценція.

Тема 10. Практичне застосування нанооб'єктів. Застосування нанооб'єктів в якості флуоресцентних маркерів та сенсорів, в якості транспортних агентів.

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	Усього	Лек.	Пр.	Лаб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Отримання наноматеріалів						
Тема 1. Методи отримання	16	2				

наноматеріалів.						14
Тема 2. Високотемпературні методи отримання наноматеріалів.	16	2		4		10
Тема 3. Хімічні методи отримання наноструктур.	16	2		8		6
Тема 4. Отримання наноструктур на об'ємних матеріалах	16	2		4		10
Тема 5. Отримання вуглецевих наноструктур.	16	2				14
Розділ 2. Методи дослідження та створення нанооб'єктів.						
Тема 6. Зондові методи досліджень	16	2		4		10
Тема 7. Електронна мікроскопія	16	2		4		10
Тема 8. Оптичні методи дослідження квантово-розмірного ефекту.	16	4		8		4
Тема 9. Люмінесцентні методи дослідження нанооб'єктів.	16	2		4		10
Тема 10. Практичне застосування нанооб'єктів.	16	4				12
Усього годин	180	24		36		54

4.Лабораторні роботи

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Отримання наночастинок Ni методом термічного випаровування в вакуумі	4
2.	Отримання колоїдних нанокристалів з різним розміром.	4
3.	Отримання легованих нанокристалів	4
4.	Отримання поруватих матеріалів методом неелектролітичного травлення.	4
5.	Дослідження нанооб'єктів на АСМ	4
6.	Робота електронного мікроскопу	4
7.	Дослідження квантово-розмірного ефекту за допомогою спектрів поглинання	4
8.	Дослідження спектрів відбивання нанопорошків	4
9.	Люмінесцентні методи дослідження наноматеріалів	4

5. Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Механічні властивості нанотрубок.	4
2.	Космічний ліфт.	2
3.	Надпровідність у нанотрубка.	6

4.	Нанотори з нанотрубок.	4
5.	Невуглецеві нанотрубки.	4
6.	Застосування нанотрубок	4
7.	Властивості нанопоруватого кремнію.	4
8.	Поверхневий плазмовий резонанс.	8
9.	Еліпсометричні методи дослідження наноплівок на поверхні речовини.	6
10	Використання надграток.	4
11	Фотонні кристали.	4
12	Застосування наночастинок у медицині.	4

6. Індивідуальні завдання

1. Теплопровідність вуглецевих нанотрубок.
2. Вібрації нанотрубок.
3. Методи маніпуляції атомними структурами.

7. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні методи навчання та наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

8. Методи контролю

Для кожної теми формами контролю навчальних здобутків студентів можуть бути поточний контроль: конспект з лекцій; оцінка активності роботи на лекціях; аудиторне поточне опитування; домашні завдання. Підсумковий семестровий контроль (залік). Підсумкові бали для оцінки знань студентів за розділ розраховуються таким чином:

№	Вид роботи	Форма контролю	Число балів
1.	Відвідування лекцій	Конспект	1
2.	Сумма		1

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Іспит	Сума	
Розділ 1						Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальні завдання	Разом
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5				

1	1	1	1	1			5	10	90	100
Розділ 2										
T8		T9		T10						
1		1		1			5	10	90	100

9. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Підсумковий семестровий контроль (іспит) проводиться у письмовій формі. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 40 бальною шкалою

Критерії оцінювання теоретичного питання:

- повна розгорнута відповідь – 40 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 30 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 26 балів, за кожен наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 20 балів, за кожен наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Кількість балів, що студент отримав на заліку, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка		
	За шкалою ЄКТС	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C	задовільно	
70-74	D		
60-69	E	незадовільно	не зараховано
35-59	FX		
1-34	F		

10. Рекомендована література

Перелік навчально-методичної літератури

1. Основна література

1. Мартинес – Дуарт Дж. М., Мартин-Палма Р. Дж. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники. –М.: Техносфера, 2014.-368с.

2. Покропивний В. В., Поперенко Л. В. Фізика наноструктур. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008.-220с.
3. Борисенко В. Е., Воробьева А. И., Уткина Е. А. Нанoeлектроника. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018.-223с.
4. Келсалл Р., Хэмли А., Геогеган М. Научные основы нанотехнологии и новые приборы. – М.: Издательский дом «Интеллект», 2011.-528с.

2. Додаткова література

1. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2007.-376с.
2. Находкін М. Г., Шека Д. І. Фізичні основи мікро- та наноелектроніки. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005.-431с.
3. Грюндман М. Физика полупроводников. Современные приборы и нанотехнологии. – М.: Издательский дом Интеллект 2009. - 569с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <https://dailytechinfo.org/nanotech/>
2. <http://nanosymp.ru/ru/index>
3. <http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/nanoelektronika-dostizheniya-perspektivy>